

1 0 1 7 2 1 2 0 0 4 / 0 0 2 0 0 2

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

02 DEC 2004



REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 51 849.5

Anmeldetag: 6. November 2003

Anmelder/Inhaber: Continental Teves AG & Co oHG,
60488 Frankfurt/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Vertikation und Verbesserung einer
geschätzten Motorlage bei permanentmagnetisch er-
regten Synchronmaschine

IPC: H 02 P 6/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Brosig
Brosig

A 9161
03/00
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung der Erfindung:

1

Zum Betrieb von Synchronmaschinen durch feldorientierte Verfahren wird die Information über die elektrische Absolutlage der Maschine benötigt. Im allgemeinen kommen deshalb beim Betrieb dieser Maschinen Absolutwertdrehgeber zum Einsatz.

Zum Betrieb einer Synchronmaschine mit einem kostengünstigen, relativen Inkrementalsensor oder einem Absolutwertsensor mit zu hoher Polzahl, ist es notwendig die elektrische Absolutlage der Maschine zu schätzen oder auf einen bekannten Wert einzustellen. Dabei sollte die Bewegung des Rotors möglichst gering sein. Dazu sind im wesentlichen zwei Verfahren bekannt:

- Es wird ein Spannungs- oder Stromvektor in einer gewählten Lage eingespeist. Durch die auftretende Kraftwirkung wird der Rotor in eine Lage gedreht, in der die Kraftwirkung des Statorfeldes auf den Rotor minimal ist. Bei lastfreiem Rotor wird dieser seine magnetische Achse (D-Achse) in Richtung des Statorfeldes ausrichten.

Nachteil bei dieser Methode ist es, dass der Weg des Rotors nicht vorhergesagt werden kann und bis zu einer halben elektrischen Umdrehung erreichen kann. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass der Rotor schon zu Beginn der Messung so ausgerichtet war, dass seine negative D-Achse in Richtung des angelegten Statorfeldes steht. Auch in diesem Fall tritt keine Kraftwirkung auf den Rotor auf, wodurch ein um 180° verschobener elektrischer Motorlagewinkel eingestellt wird.

Weiterhin kann ein Gegenmoment auf die Welle (Trägheit, Verriegelung, ...) dazu führen, dass sich der Rotor nicht bis in die gewünschte Endlage bewegt.

- Mit Hilfe eines geeigneten Bestromungsmusters werden Messpulse in den Stator eingespeist, die unter Ausnutzung der, durch die Rotorlage verursachten Induktivitätsunterschiede des Stators die aktuelle Winkellage schätzen. (Ein solches Verfahren wurde von Continental Teves unter der Nummer DE 102 20 122 angemeldet.)

Nachteilig ist dabei, dass der sich einstellende Winkelfehler zwar zum

Betrieb des Motors ausreichend klein ist, der ermittelte Lagewinkel und ein darüber berechnetes Motormoment jedoch für übergeordnete Funktionen oft viel zu ungenau sind.

Die Erfindung beschreibt Verfahren zur Verifikation und Korrektur der geschätzten Rotorposition eines Synchronmotors ohne die Verwendung eines absolut messenden Sensors. Die beschriebenen Verfahren sind:

- Einspeisen eines winkelfesten Strom- oder Spannungspegels bei gleichzeitiger Messung der relativen Lageänderung.
- Auswertung eines Indexpulses.
- Auswertung eines hochpoligen Absolutsignals.
- Auswertung abgespeicherter Lagewerte.
- Auswertung der induzierten Spannung in einer Phase.

Die ermittelten Schätzfehler bei der Lageschätzung können zur Verbesserung der zukünftigen Schätzwerte in den Schätzalgorithmus zurückgeführt werden.

Im folgenden wird beispielhaft ein, für EMB genutztes mögliches Anlaufszenario mit einer Kombination aus Lageschätzung, Speicherung alter Werte in einem EEPROM-Speicher und Lageausrichtung beschrieben. Dabei genügt als Sensor ein einfacher Inkrementalgeber, der nur A/B-Quadratursignale liefert.

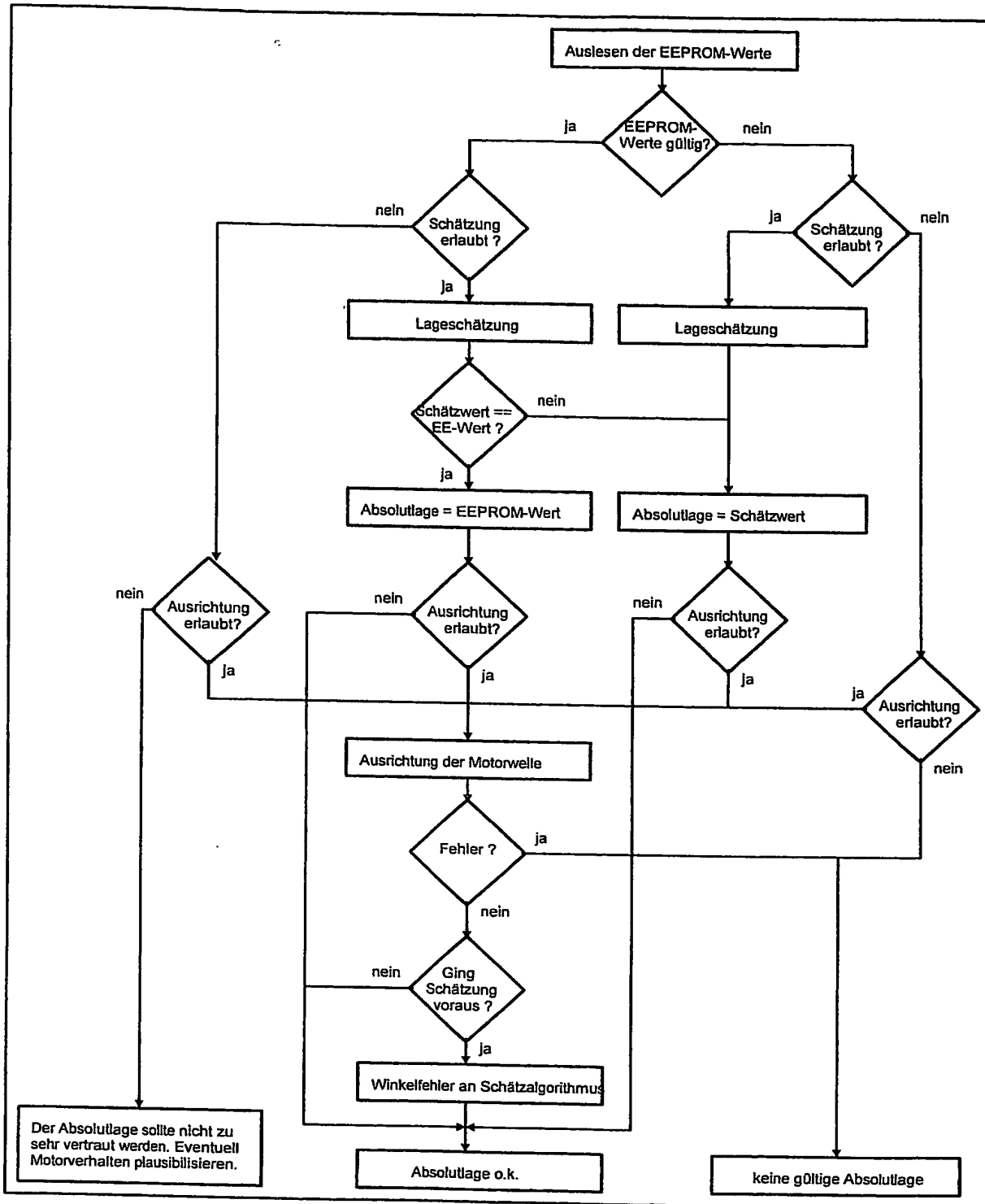


Bild 1: Ablauf Lageinitialisierung bei Verwendung eines inkrementalen Lagesensors

Beim Start des Motorreglers ist die aktuelle Absolutlage nicht bekannt. Im ersten Schritt kann geprüft werden, ob ein gültiger Lagewert im EEPROM abgelegt wurde und ob der Rotor des Antriebes seit dem Abspeichern des

Lagewertes ins EEPROM gegen verdrehen gesichert war. Ist dies der Fall, könnte der Motor ohne weitere Lageüberprüfungen gestartet werden. Da mechanische Veränderungen von Außen, z. B. Reparatur - oder Wartungsarbeiten, nicht sicher auszuschließen sind, sollte dieser Lage nicht zu sehr vertraut werden. Dies kann durch das Verringern der erlaubten Maximalströme oder Drehzahlen oder deren Gradienten zum Ausdruck gebracht werden.

Erlaubt es die Anlaufsituation eine zeitlich aufwändige Lageschätzung durchzuführen, sollte diese durchgeführt werden. Bei vorhandenen gültigen EEPROM-Werten können diese durch die Schätzergebnisse gestützt werden. Sind keine EEPROM-Werte vorhanden oder weicht der Schätzwert zu stark von dem EEPROM-Wert ab, so sollten zur weiteren Verarbeitung die Schätzwerte herangezogen werden.

Zur weiteren Verifikation der Absolutlage sollte zum erst möglichen Zeitpunkt eine Lageausrichtung stattfinden. Dazu muß der Rotor frei beweglich und möglichst lastfrei sein (Verriegelungen lösen). Dann wird in der zur Zeit vermuteten Lage ein Strom- oder Spannungsvektor in die D-Achse des Motors eingespeist und für eine definierte Zeit festgehalten. Der Rotor richtet sich dann mit seiner D-Achse in Richtung des Eingespeisten Strom- / Spannungsvektors ein. Beobachtet man dabei die sich einstellenden Strom- / Spannungswerte, so kann man bei bekannten Innenwiderständen eine einfache Überprüfung der Motorphasen durchführen. Nach Abschluß der Ausrichtung, ist die Lageinformation gesichert. Etwaig auftretende Lageänderungen können bei vorheriger Schätzung an den Schätzalgorithmus weitergegeben werden, um die Auswertung der Lageschätzung zu verbessern. Erfolgt während des gesamten Initialisierungsprozesses keine Reaktion durch den Lagegeber, so sollte die Ausrichtung um einige Grad verschoben nochmals stattfinden, um Funktion des Sensors und Freigängigkeit des Rotors zu überprüfen. Verhält sich ein Motor für längere Zeit passiv, und ist eine Bewegung des Rotors zulässig, so kann die Lageausrichtung wiederholt werden. Auf diese Weise kann die Qualität der Lageinformation aus dem Inkrementalgeber auch während des Betriebs überwacht werden.

Sollte ein Sensor mit Index-Impuls zum Einsatz kommen, so kann die Verifikation von Schätzwerten auch über die Auswertung der Indexpulse erfolgen. Die Ausrichtung kann dann zur Ermittlung des festen Winkelzusammenhangs zwischen elektrischer Nulllage und Indexpuls ermittelt werden.

Wichtig bei der Auswahl der Anzahl der Indexpulse ist es, dass der Abstand der Indexpulse größer ist, als das doppelte des maximalen Absolutfehlers der Lageschätzung. Eine zusätzliche Ausrichtung des Rotors darf dann zu keiner signifikanten Bewegung mehr führen und kann somit auch in diesem Fall zur Fehlererkennung genutzt werden.

Die Verwendung von Indexpulsen ist in den Applikationen vorzuziehen, in denen der Rotor ständig in Bewegung ist und bei dem eingesteuerte Motorströme störend wirken.

Eine kostengünstige absolutmessende Sensorik kann mit Hilfe eines analog ausgewerteten MR-Sensors dargestellt werden. Zur Erhöhung der Genauigkeit dieses Sensorsystems kann es notwendig sein die Polzahl des Sensors so weit anzuheben, dass der Sensor bei einer elektrischen Motorumdrehung eine Vielzahl von Sensorumdrehungen detektiert. Bei einer solchen Anordnung kann die geschätzte Lage bei jedem Winkelwert durch die gemessene Lage verifiziert werden, bzw. die gemessene Lage in den richtigen Winkelbereich verschoben werden. Auch in diesem Fall gilt die Bedingung, dass die Winkeländerung für eine Sensorumdrehung größer sein muß, als das doppelte des Fehlers der Lageschätzung. Eine zusätzliche Ausrichtung des Rotors darf dann zu keiner signifikanten Bewegung mehr führen und kann somit auch in diesem Fall zur Fehlererkennung genutzt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Verifikation des geschätzten Lagesignals ist beim blockkommutierten Betrieb die Bestimmung des Nulldurchgangs einer Motorphase.

Verfahren zur Verifikation und Verbesserung der vermuteten elektrischen Rotorlage eines Motors unter Verwendung von Motorlagesensoren, die die elektrische Absolutlage nicht direkt messen können,

wobei

1. der Motor mit einer Einheit zur Bestimmung einer relativen Lage verbunden ist,
2. der den Motor versorgende Umrichter die technische Möglichkeit zur Erzeugung und Messung von Testsignalen bietet,
3. durch ein geeignetes Verfahren eine absolute Lage geschätzt wird die zum einfachen Betrieb des Motors ausreicht,

- dadurch gekennzeichnet, dass

1. die geschätzten Werte zu einem geeigneten Zeitpunkt durch ein geeignetes Verfahren überprüft und verbessert werden und die ermittelten Fehler zur Verbesserung der vorangegangenen Schätzung oder zur Überprüfung des Sensorsystems auf Mess- / Übertragungsfehler genutzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass durch die Aufschaltung von Strom bzw. Spannung in Richtung der geschätzten magnetischen Achse des Rotors ein Moment erzeugt, dass den Rotor dazu zwingt seine magnetische Achse in Richtung des aufgeschalteten Stromes (der Spannung) auszurichten, wodurch die tatsächliche Motorlage sich zu der geschätzten Motorlage ergibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass durch die Auswertung von Index-Impulsen der Lagesensorik, deren Abstand größer als der doppelte Fehler der Lageschätzung ist, eine korrigierte

absolute Lage ermittelt wird.

7.

4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass ein hochpoliges Lagesignal ausgewertet wird, dessen eindeutiger Messbereich größer ist als der doppelte Fehler der Lageschätzung, wodurch eine direkte Zuordnung der gemessenen Lage zu der absoluten Lage ermöglicht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass durch die Auswertung von gespeicherten Lagedaten die geschätzten Lagedaten verifiziert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass durch die Auswertung der induzierten Spannung in einer Motorphase die geschätzte Lage verbessert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 3 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass nach der Korrektur der Motorlage ein weiterer Test nach Anspruch 2 erfolgt, durch den nur im Fall eines vorangegangenen Fehlers eine Kraftwirkung auf den Rotor entsteht.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.